Elektronica en Telecommunicatie **8**

Gemeenschappelijke publikatie van de
Sectie voor Telecommunicatietechniek van het KIvI en het
Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.
Redactie-adres: Prinsessegracht 23, Den Haag.

621.397.6:621.396.2.029.6

Distributie en omroep van televisiesignalen in de 12 GHz-band

door J. W. A. van der Scheer, Ing., Dr-Neher-Laboratorium der PTT, Leidschendam



Synopsis: *Distribution and Broadcast of Television Signals in the 12 GHz-Band.*
The possibilities for the distribution of television signals by means of radio channels in the 12 GHz-band are considered in detail. Suitable modulation techniques for satellite broadcasting as well as for terrestrial broadcasting are discussed. The difficulties of frequency sharing are mentioned and a proposal is made for a frequency plan in the 12 GHz broadcasting band.

Furthermore a description is given of the transmitter system and of the frequency convertors in a receiving antenna system, used in a terrestrial broadcast experiment in the area around The Hague.

1. Inleiding

Reeds lang bestaat in dichtbevolkte gebieden de behoefte om te kunnen beschikken over lokale televisie-omroep of distributie. Gezien de beperkte frequentieruimte in de tv-banden I, III, IV en V en de voor genoemde banden steeds in aantal toenemende antennes ligt het voor de hand hiervoor aan een kabelsysteem te denken. De voordelen hiervan zijn dat meer programma's ongestoord aan de kijker kunnen worden aangeboden en dat het 'antennewoud' op de daken drastisch kan worden uitgedund. De toch al in frequentie zwaar bezette geluidsomroep- en tv-banden worden hierdoor niet zwaarder belast. Een ander alternatief, dat reeds in 1959 door K. O. Smidt werd voorgesteld, is om over te gaan op het gebruik van een nog braak liggend frequentiegebied boven de 10 GHz.

De laatste wereldomvattende conferentie ter verdeling van frequentiebanden (WARC-ST), gehouden in 1971 in Genève, heeft de oorspronkelijk voor dit doel aangewezen tv-band VI, met een bereik van 11,7 ... 12,7 GHz, verkleind tot een breedte van 11,7 ... 12,5 GHz. Deze band, waarvan de indeling is aangegeven in tabel 1, heeft nu een breedte van 800 MHz en is voor gezamenlijk gebruik tevens toegewezen aan satellietomroep en straalverbindingen (mobiele en vaste verbindingen).

Voordrachten gehouden op 16 maart 1972 in Moto Resto te Bunnik, bij Utrecht, tijdens de 222e werkvergadering van het NERG. Zie voor de aankondiging 'De Ingenieur' 1972, nr. 9, blz. VII.

Het gemeenschappelijk gebruik voor de hier genoemde diensten is gebaseerd op de propagatie-eigenschappen van cm-golven en de mogelijkheid voor een zeer scherpe richtingskarakteristiek van de antenne.

De ionosfeer heeft op de voortplanting van deze korte golven

Tabel 1. Indeling van de frequentieband 11,7 ... 12,5 GHz, vastgelegd in het radioreglement U.I.T.

Allocation to Services		
Region 1 (GHz)	Region 2 (GHz)	Region 3 (GHz)
11.7 ... 12.5	11.7 ... 12.2	11.7 ... 12.2
Fixed	Fixed	Fixed
Mobile except aeronautical mobile	Fixed-satellite (Space-to-Earth)	Mobile except aeronautical mobile
Broadcasting	Mobile except aeronautical mobile	Broadcasting
Broadcasting-satellite	Broadcasting	Broadcasting-satellite
	Broadcasting-satellite	
	405BB 405BC	405BA
	12.2 ... 12.5	
		Fixed
		Mobile except aeronautical mobile
405BA		Broadcasting

geen invloed meer. Daarentegen is de invloed van troposferische effecten met toenemende frequentie steeds groter.

Voor een afstand van 20 km, dat is ongeveer het verzorgingsgebied van een lokale 12 GHz-televisiezender, is de meerwegfading verwaarloosbaar ten opzichte van de absorptiefading, die optreedt ten gevolge van regen en natte sneeuw. Registraties op een traject van 15 km hebben uitgewezen dat in de genoemde 12 GHz-band over één jaar gemiddeld voor Nederland, bijv. gedurende 0,1 % van de tijd (10 uur per jaar) de fading groter is dan 6 dB. Op grond van de propagatie-eigenschappen van deze korte golven is direct zicht van de zendantenne noodzakelijk. Het is echter ook niet uitgesloten via een reflectie aan bijv. een gashouder of hoge toren een goed beeld te ontvangen.

Bij aardse systemen zal aan de zendzijde in het algemeen voor de antenne een rondstraler worden gebruikt. Hierdoor kunnen een zeer groot aantal huizenblokken en flatgebouwen, aangesloten op een gemeenschappelijke antenne-inrichting (G.A.I.), evenals vele individuele kijkers worden bereikt.

In het geval van een satellietsysteem zal de zendantenne een smalle bundel uitstralen, welke in hoofdzaak het betreffende land of werelddeel als verzorgingsgebied bestrijkt.

2. Systeemkeuze

2.1. *Frequentiemodulatie (FM)*

Frequentiemodulatie, die algemeen bij straalverbindingen en satelietcommunicatie wordt toegepast biedt de voordelen van een klein zendvermogen en geringe gevoeligheid voor storingen. De toepassing van bredeband FM voor satellietomroep ligt dus voor de hand.

Bij de aardse omroep is dit niet het geval. Het FM-systeem is nl. niet zonder meer compatibel met het huidige tv-omroepsysteem, waarbij restzijbandmodulatie (SSB-AM) wordt toegepast. De frequentiemodulatie-methode neemt – wil zij bovengenoemde voordelen bieden – een grotere bandbreedte in beslag, daar een grote modulatie-index moet worden gebruikt. De bandbreedte is ongeveer 3 à 4 maal zo groot als bij SSB-AM. Bij het toepassen van FM is een omzetter van FM naar SSB-AM nodig, wil men de in het FM-systeem uitgezonden programma's toegankelijk maken voor de huidige televisieontvangers. Deze omzetter vereist naast een frequentieconvertor ook nog een FM-demodulator en een SSB-AM modulator. Tevens moet demodulatie en modulatie van zowel geluid als beeld zonder merkbaar kwaliteitsverlies gebeuren.

Het ligt voor de hand om voor de na conversie beschikbaar komende extra kanalen gebruik te maken van de bestaande kanalenkiezer in het televisietoestel. Dit is zonder meer mogelijk, indien alle 12 GHz-kanalen worden omgezet naar frequenties liggend in het raster van de bestaande tv-banden, zoals bijv. de banden IV en V. Dit betekent echter dat voor elk te distribueren programma een omzetter van FM naar SSB-AM nodig is (fig. 1a). Deze omzetters, welke geschikt moeten zijn voor een kleurenbeeld, zullen niet alleen groot maar ook kostbaar zijn,

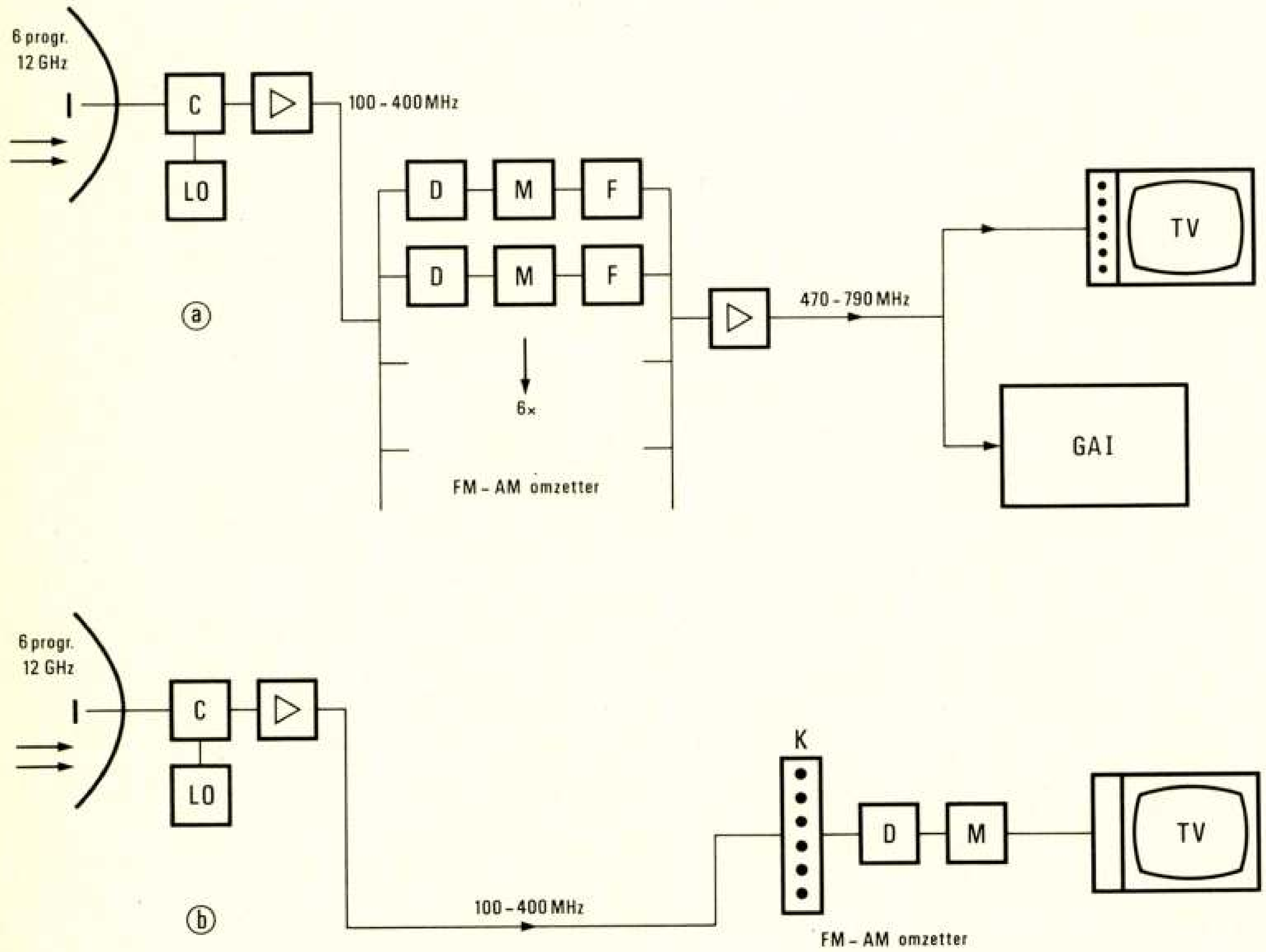


Fig. 1. FM-systeem; blokschema van een 12 GHz FM-VSB omzetter: a. voor een groot verzorgingsgebied, zoals bijv. voor de ontvangst via een GAI; b. voor individuele ontvangst.

LO — lokale oscillator
C — mengtrap
D — frequentiediscriminator
M — restzijbandmodulator (VSB = SSB-AM)
F — filter
K — FM-kanalenkiezer

zodat dit systeem slechts rendabel kan zijn voor grote verzorgsystemen, zoals gemeenschappelijke of centrale antenne-inrichtingen. Een en ander blijkt duidelijk uit fig. 1a.

Bij individuele ontvangst zou een extra kanalenkiezer, na de frequentieconvertor, het mogelijk maken slechts één omzetter van FM naar SSB-AM toe te passen (fig. 1b). Uit proeven is gebleken dat, wat betreft de storende invloed van reflecties, bij het toepassen van FM geen wezenlijke verbetering is te verwachten ten opzichte van SSB-AM.

2.2. *Restzijbandmodulatie SSB-AM*

Het biedt voordelen om de algemeen aanvaarde modulatiemethode voor de aardse tv-omroep, restzijbandmodulatie, ook in de 12 GHz-band toe te passen. Deze voordelen zijn: de kleine in beslag genomen frequentieband en de eenvoudige convertor. Als nadelen van deze modulatiemethode kunnen worden genoemd een groter zendvermogen en een grotere vereiste protectieverhouding dan bij FM.

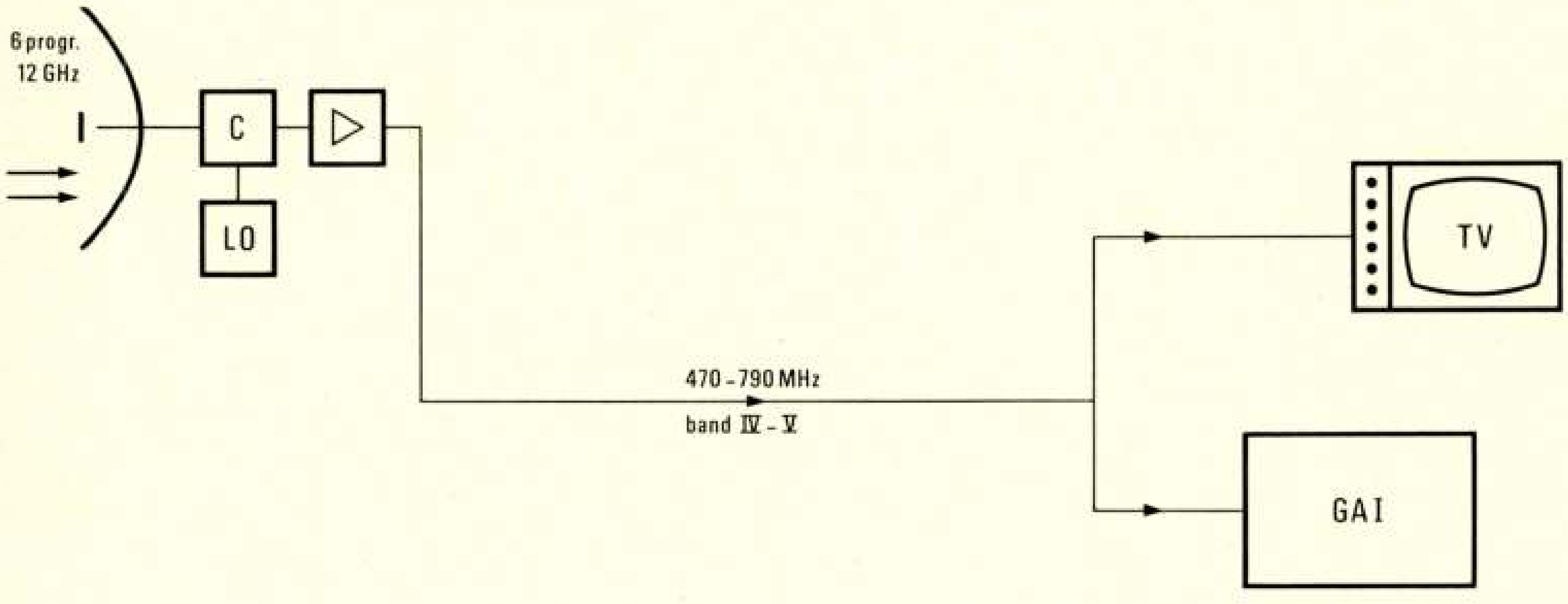


Fig. 2. SSB-AM systeem; blokschema van een 12 GHz-restzijband-omzetter, zowel geschikt voor toepassing bij individuele ontvangst als voor doorgifte aan een GAI.

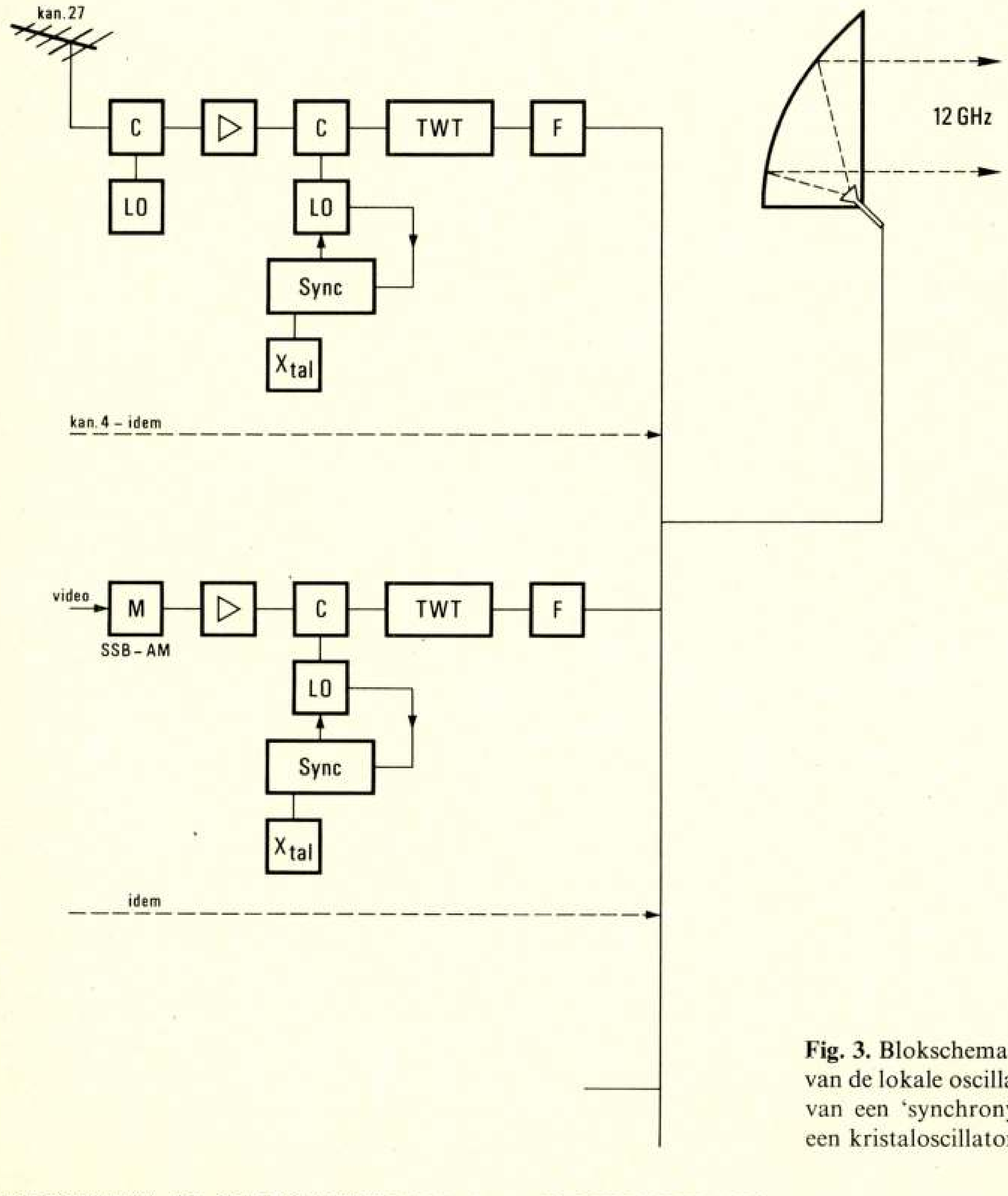


Fig. 3. Blokschema van een 12 GHz-restzijbandzender. De frequentie van de lokale oscillator van de restzijbandomzetter wordt door middel van een 'synchronyzer' op de frequentie van de harmonischen van een kristaloscillator gestabiliseerd.

De ontvangconvertor zal aan hoge eisen moeten voldoen voor wat betreft de frequentieconstantheid van de lokale oscillator. De variatie mag niet groter zijn dan 120 kHz over een temperatuurbereik van −10 ... +30 °C. De frequentieconstantheid zou geringer kunnen zijn, indien de tv-ontvangers een automatische frequentiebijregeling (AFC) bezaten. Fig. 2 geeft het blokschema van een dergelijke frequentieomzetter. Een parabolische antenne met een diameter van 50 cm en een antennewinst van 30 dB brengt het signaal op een balansmengschakeling. De lokale oscillator heeft een vaste frequentie en bestaat uit een in temperatuur gecompenseerde Gunn oscillator, of een door vermenigvuldiging verkregen signaal wanneer van een kristal-oscillator wordt uitgegaan. Indien het raster, waarin de zenders in de 12 GHz-band liggen, gelijk is aan dat van de tv-banden IV en V is het zonder meer mogelijk een groot aantal stations in de 12 GHz-band op één zelfde parabolische antenne te ontvangen en in frequentie te verschuiven naar een ligging in de banden IV en V.

Op elk aangesloten televisietoestel kan nu zonder meer het gewenste programma door de keuzeschakelaar worden gekozen.

2.3. *Zenders*

Aan de zendzijde is het mogelijk bijv. het Nederlandse programma zonder demodulatie te verschuiven naar de 12 GHz-band en opnieuw uit te zenden (fig. 3). De buitenlandse programma's zullen worden aangevoerd met behulp van een straalverbinding op videobasis en daarna bijv. worden omgezet in SSB-AM modulatie, liggend in band III (200 MHz).

Het signaal dat beide programma's bevat wordt nu in frequentie omhoog getransformeerd naar de 12 GHz-band. Het gebruik van één TWT, om alle tv-programma's te versterken en toe te voeren aan de zendantenne, blijkt niet zinvol in verband met intermodulatie in de TWT, zodat de combinatie aan de ingang van de antenne moet plaatsvinden.

3. Frequentieplanning en bedekking van Nederland

3.1. *Frequentieplanning*

Het gemeenschappelijk gebruik van de frequentieband voor satellietomroep en aardse omroep vereist een goede frequentieplanning. Indien wij aannemen dat bij de aardse omroep restzijbandmodulatie en bij de satellietomroep frequentiemodulatie zal worden toegepast, is het van groot belang de protectieverhouding te kennen, welke niet alleen geldt voor storing in één systeem, maar ook van FM op SSB-AM en omgekeerd. De protectieverhoudingen welke in de literatuur worden opgegeven lopen nog al uiteen. Uit literatuurbronnen en gegevens van het CCIR (Special Joint Meeting CCIR, Genève, 1971) zijn gemiddelde waarden voor de protectieverhouding bepaald. Deze zijn in tabel 2 opgesomd.

Tabel 2. Protectieverhouding in dB van verschillende gemoduleerde tv-signalen voor het Europees systeem.

Storing van	Aanvaardbaar	Juist zichtbaar
FM op SSB-AM	45	50
SSB-AM op FM	25	30
FM onderling ($\Delta f_{top\ top}$ = 13 MHz, B = 24 MHz)	29	34
SSB-AM onderling, zonder offset	45	60
idem, 2/3 lijn normaal offset (~ 10 000 Hz)	30	45

Op grond van de modulatie-eigenschappen weten wij dat voor een zelfde beeldkwaliteit de ontvangen veldsterkte van een SSB-AM signaal, afhankelijk van de afstand van ontvanger tot aardse omroepzender, op zijn minst 20 dB hoger moet liggen dan de op de aarde geproduceerde veldsterkte van het in FM gemoduleerde satellietsignaal.

Bij toepassing van een paraboolantenne voor de satellietontvangst van 0,5 m ... 1 m zal de hoekontkoppeling met een aards station ongeveer 20 ... 25 dB bedragen. Hieruit volgt dat aan de ingang van de satellietontvanger een SSB-AM zender met een niveau binnenkomt, dat vergelijkbaar is met dat van het gewenste FM-signaal. Op grond hiervan is dan het gebruik van gelijke frequenties uitgesloten.

De storing van het FM-satellietsignaal op de aardse omroepontvanger, die SSB-AM toepast, is gering, aangezien de signaal-stoorverhouding in dit geval minstens 40 dB is. De conclusie is dat aardse omroep met restzijbandmodulatie (SSB-AM) geen last zal ondervinden van FM-satellietomroep in dezelfde band.

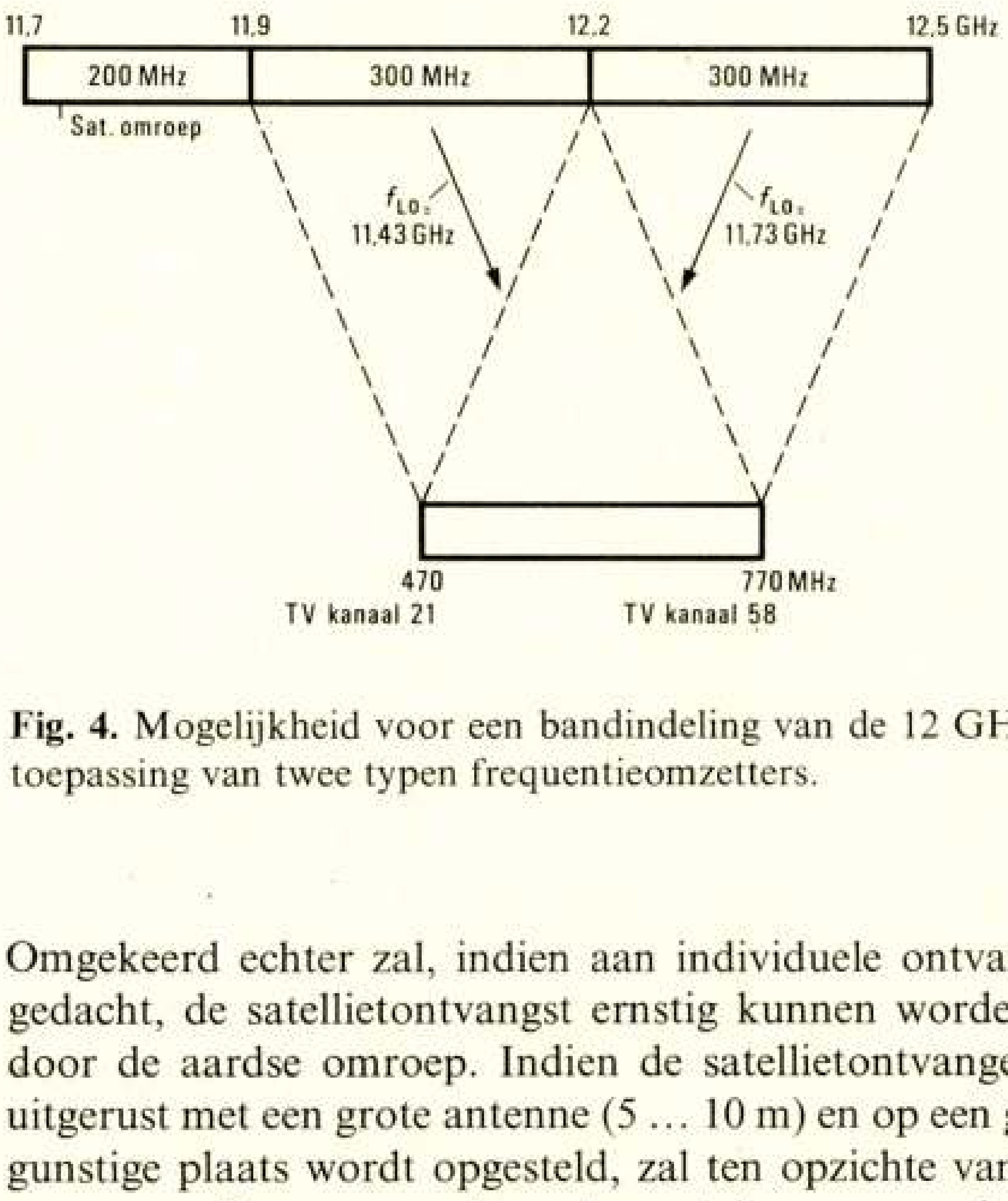


Fig. 4. Mogelijkheid voor een bandindeling van de 12 GHz-band bij toepassing van twee typen frequentieomzetters.

Omgekeerd echter zal, indien aan individuele ontvangst wordt gedacht, de satellietontvangst ernstig kunnen worden gestoord door de aardse omroep. Indien de satellietontvanger echter is uitgerust met een grote antenne (5 ... 10 m) en op een geografisch gunstige plaats wordt opgesteld, zal ten opzichte van de aardse omroepzenders een goede ontvangst kunnen worden gegarandeerd. Dit betekent centrale ontvangst van de tv-distributiesatelliet en van daar uit doorverbinding met een aards distributiesysteem.

Met inachtneming van bovenstaande feiten zou het wenselijk zijn een klein deel van de 12 GHz-band, bijv. 200 MHz, te reserveren voor FM-satellietomroep indien men in de toekomst individuele satellietontvangst niet wil uitsluiten.

Het ligt voor de hand het overgebleven gedeelte van de 12 GHz-band te verdelen in 2 banden van 300 MHz breedte. In dat geval zouden twee uitvoeringen van frequentieomzetters in de handel gebracht moeten worden, welke slechts in de frequentie van de lokale oscillator verschillen. Verder past bij het SSB-AM modulatiesysteem, dat gebruik maakt van één breedband frequentieomzetter, een frequentieraster in de 12 GHz-band dat gelijk is aan

dat in de banden IV en V. De bandindeling ziet er dan uit als aangegeven in fig. 4.

3.2. *Bedekking van Nederland*

Het verzorgingsgebied van een 12 GHz-zender met een piekvermogen van 100 W is bij dichte bebouwing ongeveer 20 km. Het aantal bereikbare kijkers hangt sterk af van de plaatselijke bebouwing en de hoogte van de zendantenne.

Bij een hoogte van 75 m voor de zendantenne zal dezelfde frequentie op een afstand groter dan 80 km weer kunnen worden herhaald. In grote steden zal bijv. bij verzorging met één zender 60% van de bewoners naar schatting in staat zijn de ontvangantenne op een plaats te zetten waar zij de zendantenne kunnen zien.

Een enorme verbetering kan verkregen worden met een drievoudige bedekking van het verzorgingsgebied. In dat geval kan ieder kiezen uit drie zenders, die gelijke programma's uitzenden, echter vanuit verschillende plaatsen en op verschillende frequenties. De kans dat men nu goede ontvangst heeft, met andere woorden één van de drie zenders ziet, is dan toegenomen tot 93,6%. Een nadeel hierbij is dat, tengevolge van het grotere frequentiegebruik het aantal mogelijke programma's in de beschouwde frequentieband met een factor drie is verkleind.

Wanneer de Randstad van Nederland met dit systeem drievoudig wordt bedekt, en de rest op enkele grote plaatsen na enkelvoudig, is een verzorging van geheel Nederland met ca. 10 programma's mogelijk.

De hoge VHF- en UHF-antennewouden zullen verdwijnen en plaats maken voor een gering aantal kleine paraboolantennes met een diameter van 50 cm. De verzorging van de GAI en CAI met programma's ligt voor de hand, terwijl men op het platteland individueel ook de gelegenheid heeft *alle* programma's te ontvangen.

4. Het Haagse proefnet

4.1. *De zender*

Om enig inzicht te verkrijgen omtrent de invloed van de weersgesteldheid op de beeldkwaliteit en omtrent eventuele andere storende invloeden, zoals reflecties, is op de straalverbindingstoren van het Bezuidenhout in Den Haag op een hoogte van 100 m een 12 GHz-zender geïnstalleerd. Op de toren wordt tevens het tweede net in kanaal 27 ontvangen. Dit signaal wordt getransformeerd naar kanaal 6 en vervolgens in een upconvertor naar de frequentie 11,752 GHz gebracht.

Twee in serie geschakelde lopende-golfbuizen versterken dit signaal dat dan aan de antenne wordt toegevoerd. De lopende-golfbuis heeft een verzadigingsoutput van 70 W. Om de intermodulatie, in het bijzonder tussen kleurendraaggolf (4,43 MHz) en geluidsdraaggolf (5,5 MHz), binnen aanvaardbare grenzen te houden is de maximale uitsturing tijdens de syncpuls ingesteld op ongeveer 20 W (7 W gemiddeld vermogen). Een verbetering kon worden verkregen door de geluidsdraaggolf apart door een kleine 1 W lopende-golfbuis te versterken. Zodoende kon het piekvermogen van het beeldsignaal tot 60 W worden opgevoerd (gemiddeld 20 W). Om nu bij het combineren van beide versterkte signalen geen extra verlies te doen optreden heeft elke hoogfrequent eindversterker zijn eigen antenne.

De antenne is een sectorstraler met een antennewinst van 19 dB, en is ongeveer gericht op Alphen aan den Rijn.

Zij is op te vatten als een platte schijf met een breedte van 1,7 cm verticaal gesneden uit een schelpantenne (fig. 5 b en c). Als gevolg van de smalle opening in het horizontale vlak is de bundelbreedte hiervan ongeveer 60°. Door het aanbrengen van een verticale draad vlak voor de opening is de stralingsbundel verbreed tot 120° op de 3 dB-punten.

In het verticale vlak heeft de stralingskarakteristiek van $-0{,}7°$ tot $-6°$ een cosec^2 karakter, hetgeen inhoudt dat op het aardoppervlak de veldsterkte over een afstand van 1 ... 20 km van de toren vrij constant is (fig. 5a). Deze karakteristiek is bereikt door de reflector een geringe afwijking ten opzichte van de parabolische vorm te geven (fig. 5b).

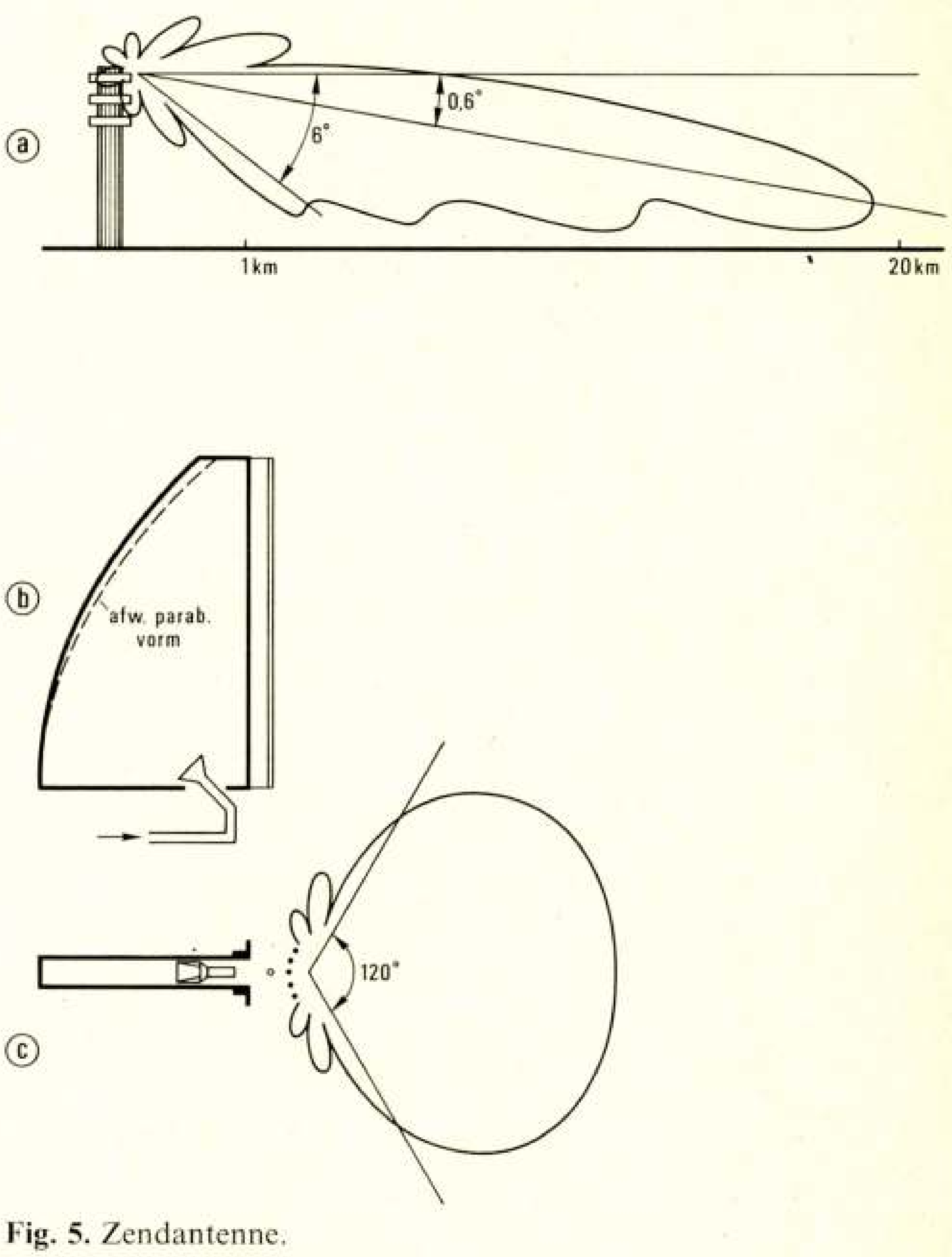


Fig. 5. Zendantenne.
a. verticaal stralingsdiagram;
b. zijaanzicht van de antenne;
c. bovenaanzicht en horizontaal stralingsdiagram.

4.2. *De ontvangconvertor*

De parabolische ontvangantenne heeft een diameter van 50 cm en een antennewinst van 30 dB. De antenne is door middel van een plastic kap afgeschermd tegen weersinvloeden. De convertor bevindt zich in een waterdichte kast direct achter de parabool. Het geheel kan zowel in het verticale als in het horizontale vlak worden ingesteld (zie fig. 6). Voorwaarde is dat de ontvangantenne de zendantenne ziet, en tevens zeer stevig is opgesteld, aangezien de bundelbreedte slechts 3° is.

Twee typen convertoren zijn in bedrijf. Het eerste type is een door PTT vervaardigde convertor met een orthogonale golfpijp-

mixer, waarbij in de bijbehorende lokale oscillator een Gunn diode is toegepast, in frequentie gestabiliseerd door een trilholte (fig. 7). De temperatuur van de oscillator wordt door middel van een proportioneel geregelde thermostaat op ongeveer 1 °C constant gehouden. Hierdoor is de maximaal optredende frequentieafwijking ca. 200 kHz. In de praktijk bleek dat variaties van de buitentemperatuur bij deze constructie weinig invloed hadden

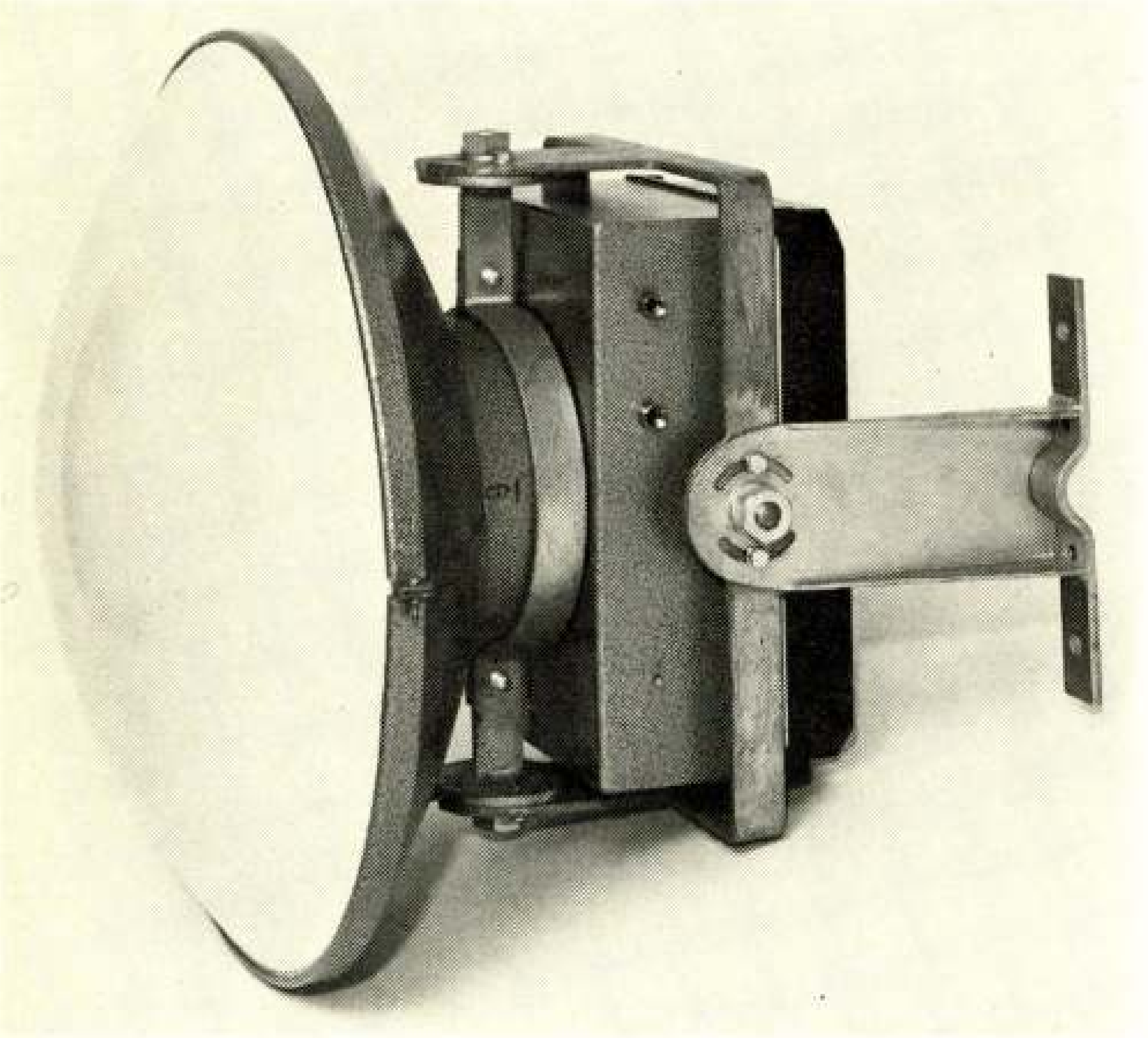


Fig. 6. De 12 GHz-ontvangantenne met in waterdichte kast gemonteerde frequentieconvertor.

en dat verstemming van de televisie-ontvanger in het algemeen niet nodig was. Een tweetraps bredeband transistorversterker brengt het uitgangsniveau van de mixer op ongeveer 5 mV. Er kon een ruisgetal van 10 dB worden bereikt.

Het tweede type convertor is vervaardigd door de industrie. Hierbij is het lokale oscillatorsignaal verkregen door vermenigvuldiging, uitgaande van een kristaloscillator werkend op een frequentie van ongeveer 100 MHz. De frequentiestabiliteit is in dit geval veel beter; over een temperatuurbereik van −10 ... +30 °C blijft de frequentievariatie binnen 75 kHz. De kosten van een dergelijke convertor zijn nog zeer hoog, nl. *f* 5000,— à *f* 8000,—. Rekent men echter, dat van een hiermee uitgeruste gemeenschappelijke antenne-inrichting 100 abonnees profiteren, dan is dit niet meer dan *f* 80,— per abonnee.

4.3. *Resultaten*

Iedere deelnemer aan het proefnet is in staat, ogenblikkelijk het via 12 GHz ontvangen signaal te vergelijken met de directe ontvangst via kanaal 27 door een omschakeling met behulp van de kanalenkiezer. De kwaliteit van beide beelden vertoont over het algemeen weinig verschil.

Uit de tot nu toe verkregen rapporten over de periode van een half jaar is gebleken, dat tot een afstand van 20 km de weersinvloed verwaarloosbaar klein is. Storende reflecties van gebouwen en vliegtuigen werden niet waargenomen.

Ondanks de goede beeldkwaliteit zou het wenselijk zijn voor

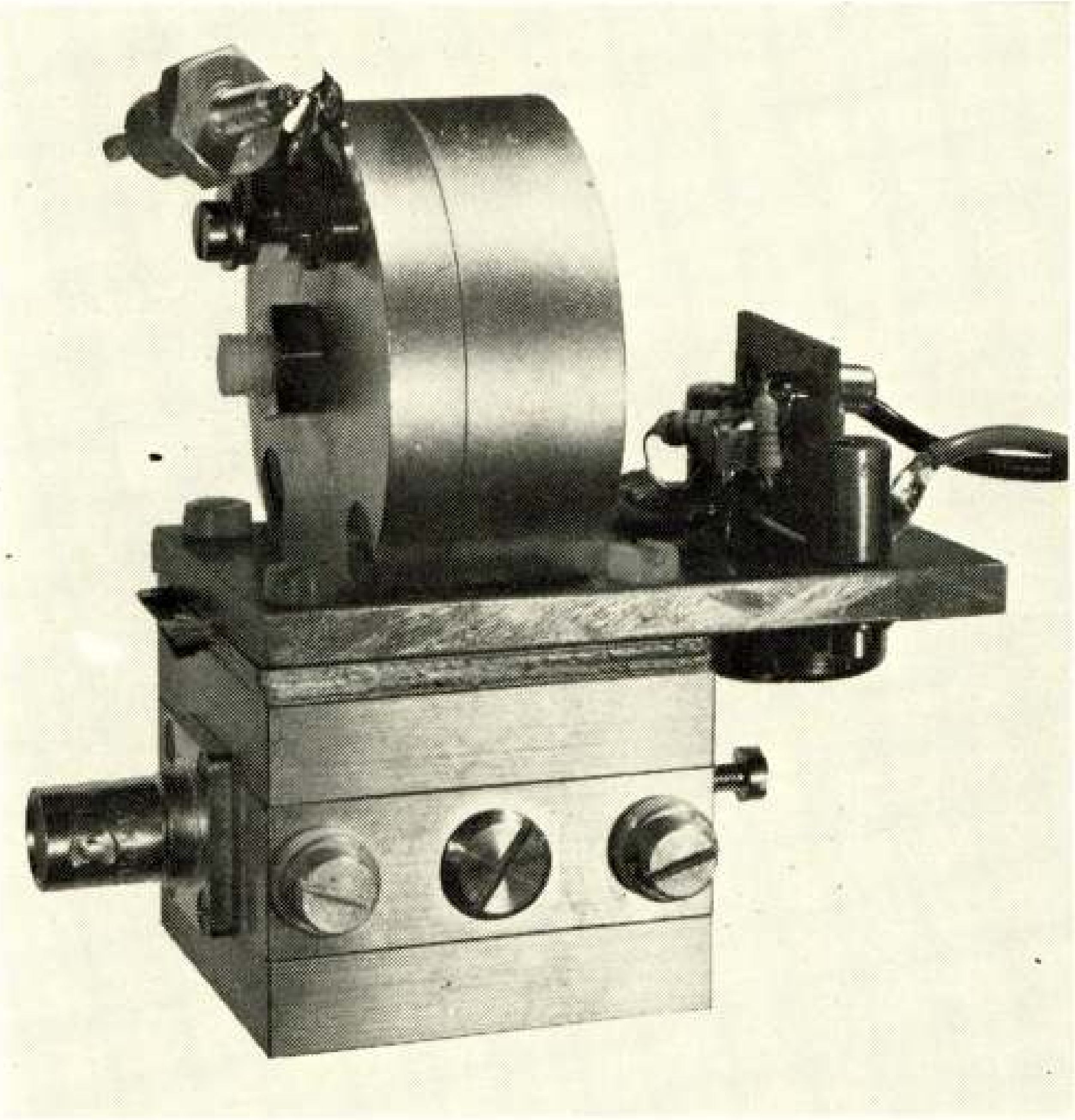


Fig. 7. Orthogonale mixer met bijbehorende Gunn oscillator, in frequentie gestabiliseerd door een trilholte. Rechts op de foto is de proportioneel geregelde thermostaat zichtbaar, gemonteerd op een dikke montageplaat van koper.

een betere verzorging van het randgebied wellicht tot 30 km toe, het zendvermogen tot minstens 100 W op te voeren.

Bij de proefnemingen traden enkele storingen op. Deze bleken alle een gevolg te zijn van 'kinderziekten' in het prototype van de zender en de ontvangconvertor.

621.397.6:621.376

AM Versus FM for Direct Reception of TV Broadcasts via Satellites

by ir. J. W. Edens, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven



Synopsis: After a brief discussion of two definitions of signal-to-noise ratios for TV reception, some important parameters for the choice of AM versus FM for direct reception of TV broadcasts via satellites are treated, such as signal-to-noise ratio, signal protection ratio and frequency stability.

For broadcast via satellites an FM system is preferred to an AM system. Laboratory experiments have been carried out by simulating these two systems on 850 MHz. The results obtained were very close to what has to be expected on theoretical grounds.

Finally two 12 GHz convertors are discussed briefly.

1. Introduction

In the past few years a great number of governments all over the world felt the necessity of employing satellites for the distribution of soundbroadcasts and more specifically of TV broadcasts. Especially countries not possessing the classical means of communication, such as television transmission networks, CATV, cable connections across long distances or HF links, are strongly aware of the needfulness of programmes for educational purposes, like agricultural courses, elementary education, etc., which could easily be disseminated by satellite broadcast. Such countries will e.g. be found in South America [1], but also India is interested [2].

Often such countries have some very large cities and further a great number of small communities. A typical example is the vast country of India, with part of its population concentrated in five large centres (Delhi, Calcutta, Bombay, Madras, Kanpur/Lucknow) and seventeen more large cities, while the other part of the population is distributed over approximately 560 000 villages and small communities. In such a configuration it is particularly difficult and costly to reach everybody with 'classical' means. In these circumstances a satellite will be an opportune expedience, albeit with the draw back that it requires a rather large immediate investment. However, when this is realized it will indeed be possible to provide everyone in the country with the desired information.

India is considering the application of a combined (hybrid) system; with:

- re-distribution of the programmes by means of local TV and sound transmitters for the large population centres;
- direct reception from the satellite, for the 560 000 small villages and communities (approximately 80 % of the population), permitting at a later stage also the connection of CATV systems.

It has appeared that for India a hybrid system will be the least expensive solution (Table 1), using perhaps at a later stage 14 voice channels for the facility to use 14 different languages all over the Indian subcontinent in combination with one vision channel.

Plans also exist to use satellite systems for the expansion of an already existing broadcasting system in thinly populated areas (e.g. Alaska) or distribution of programs for schools in regions where a normal broadcast already exists (e.g. in the Rocky Mountain States).

Table 1. Cost summary of the India project.

System	US $ · 10^6	
	Initial cost	Annual maintenance
A. Conventional rebroadcast stations with terrestrial microwave interconnection	393.60	26.28
B. Satellite broadcasting exclusively	225.05	9.50
C. Conventional rebroadcast stations with satellite interconnection	325.15	21.78
D. Hybrid system with 5 rebroadcast stations	224.04	9.78

System D is composed as follows: satellite earth stations 1 %; satellite in orbit 5 %; VHF transmitters 3 %; TV receivers for individual reception in the communities in total 65 %; total of receiver front-ends in communities 26 %.

The following reflections will deal with a number of important requirements that a satellite system for TV broadcasting should fulfil, in which the receiving equipment is of vital concern considered from the viewpoint 'FM versus AM reception'. A discussion of the software, necessary for such systems will in this context be left out of consideration.

Briefly the signal-to-noise ratio, the protection ratio and a few other items will be dealt with. Next an example of an FM-AM receiving system is discussed and subsequently two examples are given of frequency convertors operating at 12 GHz.

2. Signal-to-noise ratio

2.1. *Definitions*

In literature various definitions can be found such as those used by the C.C.I.R. and the T.A.S.O.*) If the signal-to-noise ratio

*) T.A.S.O. = Television Allocations Study Organization (USA).

following one of these definitions has been determined, the others can be found by calculation. Only the C.C.I.R. and T.A.S.O. definitions will be discussed here. One of these relates to the videosignal, the other to the r.f. signal [3], [4].

In the following signal-to-noise will be indicated by *'s/n'*, if expressed as power ratios; the equivalents in decibels will be indicated by capital characters: *'S/N'*.

a. *The C.C.I.R. definition* of signal-to-noise ratio bears on the video signal and starts from the definition

$$(s/n)_{\text{video}} = \left(\frac{\text{video voltage blanking/white}}{\text{effective voltage video noise}}\right)^2 = \frac{(\text{video voltage bl/wh})^2}{\int_0^{f_{max}} p(f)\,df}$$

where f_{max} is the maximum video frequency in the pass-band and $p(f)$ the spectral power density of the noise in the video band. Because of the subjective influence of noise, C.C.I.R. introduced a band-pass filter based on the perception curves of the eye of the average viewer. The weighting factor giving an increase of the signal-to-noise ratio is now defined as

$$W = 10 \log_{10} \frac{\int_0^{f_{max}} p(f)\,df}{\int_0^{f_{max}} p(f)w(f)\,df}$$

where $w(f)$ is the transfer characteristic of the perception filter on power basis.

The definition of the signal-to-noise ratio given by the C.C.I.R. now becomes, expressed in dB:

$$(S/N)_{\text{video, W}} = (S/N)_{\text{video}} + W\,\text{dB}$$

b. *The T.A.S.O. definition* of the radio frequency signal-to-noise ratio is based on a great number of subjective observations by viewers on actual TV closed circuit transmissions, watched on normal TV receivers [5]. During these observations the r.f. noise was separately added to the signal at the receiver input. As definition the carrier-to-noise ratio (c/n) was introduced at the receiver input where for the 'carrier' the effective voltage was taken of the r.f. signal in the synchronization pulses, and for the noise the effective noise within a 6 MHz bandwidth. The different grades of appreciation for picture quality were known to the viewers; and the experiments, for the AM-VSB 525 line-system, resulted in the figures indicated in Table 2, the utmost right column excluded.

The values given in the 5th column of Table 2 are the equivalent C.C.I.R. values for actual transmissions. For obtaining these converted figures, the following has to be taken into account:

a. It can be shown by calculation that the C.C.I.R.- and T.A.S.O.-definitions are related by

$$(S/N)_{\text{video, W}} = (C/N)_{\text{T.A.S.O.}} + 0.9\,\text{dB} \qquad (1)$$

provided that no extra noise (such as camera noise) is included in the T.A.S.O.-figures. [1)]

b. For the conversion of the T.A.S.O.-figures of Table 2 into weighted signal-to-noise ratios one must know that the figure

[1)] For the 625 lines-system the difference between 'C.C.I.R.' and 'T.A.S.O.' proved to be 1 dB.

Table 2. T.A.S.O. noise figures compared with C.C.I.R. weighted noise.

Grade	Name	Description	C/N (dB) (T.A.S.O.)	$S/N_{\text{video, W}}$ (dB) (C.C.I.R.)
1	Excellent	Extremely high quality, as good as could be desired.	46 *)	49.5
2	Fine	High quality providing enjoyable viewing. Perceptible interference.	38	40.3
3	Passable	Acceptable quality. Interference not objectionable.	31	32.2
4	Marginal	Poor quality, improvement desired. Interference somewhat objectionable.	25	25.9
5	Inferior	Very poor quality but could be watched. Definitely objectionable interference.	19	19.9
6	Unusable	Too bad to be watched.		

*) Valid for 65 % of the viewers.
The other figures are based on a viewers percentage of 75 %.

for the T.A.S.O.-observations printed in the first row of the table was obtained using a flying spot scanner ($(S/N)_{\text{video, W}}$ = 48 dB), while for the actual broadcasting conversion figures for the weighted signal-to-noise ratio a vidicon ($(S/N)_{\text{video, W}}$ = 46 dB) is assumed.

For the figures of the next 5 grades, following T.A.S.O. again, the flying spot scanner and for the weighted ratios a normal camera ($(S/N)_{\text{video, W}}$ = 43 dB) was used.

The formula (1) and the conditions given under b. explain the converted values in column 5 of the table.

2.2. *Signal-to-noise ratio 'AM versus FM'*

When calculating the difference between the signal-to-noise ratios for AM compared with FM, the following formula is obtained in which the first three factors at the right side of the equation can be related to the properties of the detector:

$$\frac{(s/n)_{\text{FM.W}}}{(s/n)_{\text{AM.W}}} = 24\left(\frac{\Delta F_{\text{peak}}}{f_{\text{max}}}\right)^2 \cdot \frac{w_{\text{FM}}}{w_{\text{AM}}} \cdot \gamma \qquad (2)$$

where ΔF_{peak} is the maximum frequency deviation
f_{max} is the highest video frequency
and γ is the pre-emphasis improvement.

or in dB:

$$(S/N)_{\text{FM, W}} - (S/N)_{\text{AM, W}} = 10 \log_{10} 24 + 10 \log_{10} m^2 - W_{\text{AM}} + W_{\text{FM}} + \gamma$$

with the modulation index $m = \dfrac{\Delta F_{\text{peak}}}{f_{\text{max}}}$

For m = 2 and the values of the weighting factors, obtained

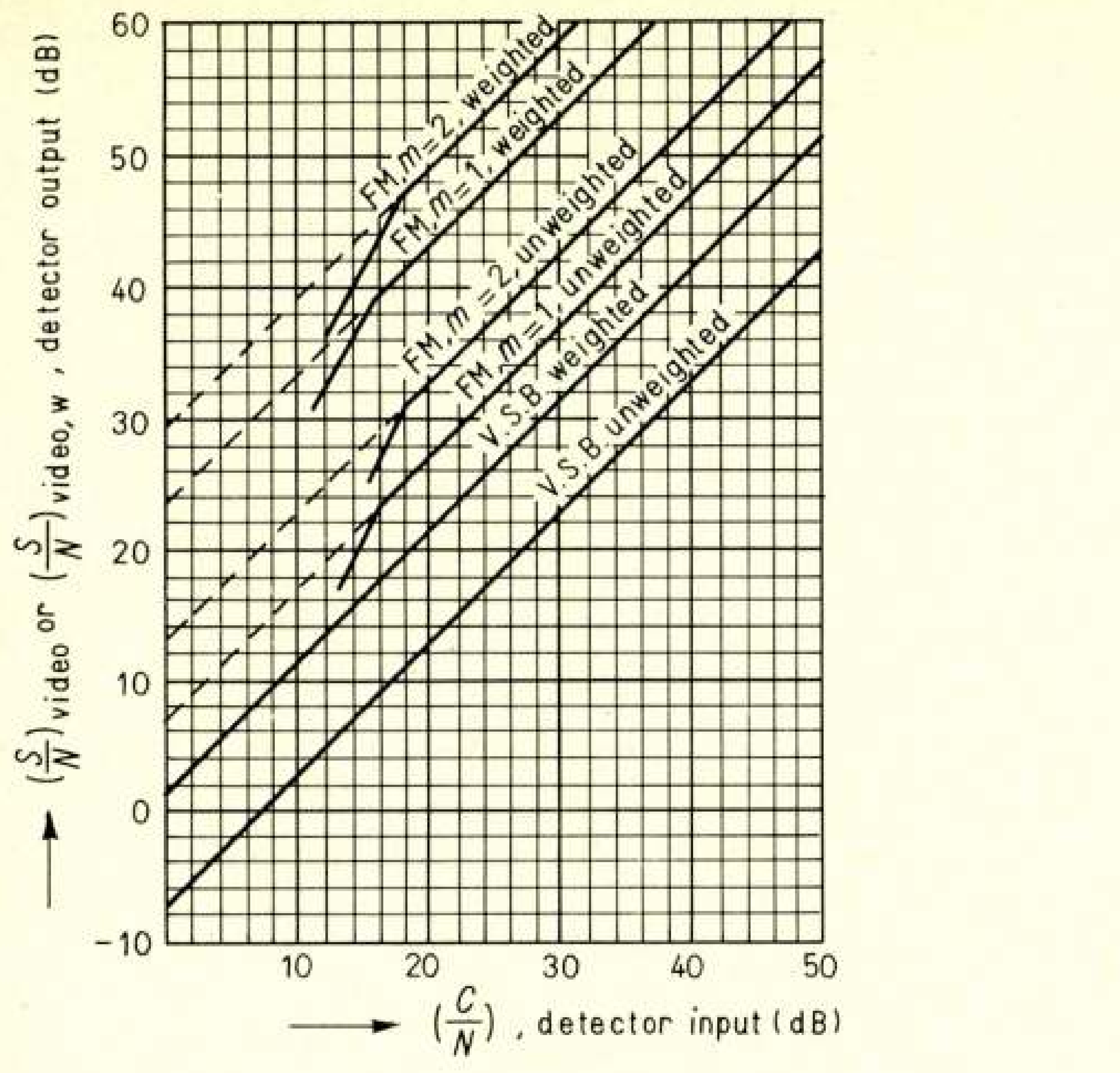


Fig. 1. Pre-detector signal-to-noise ratio in an r.f. bandwidth of 5 MHz versus post-detector signal-to-noise ratio, for AM and FM.

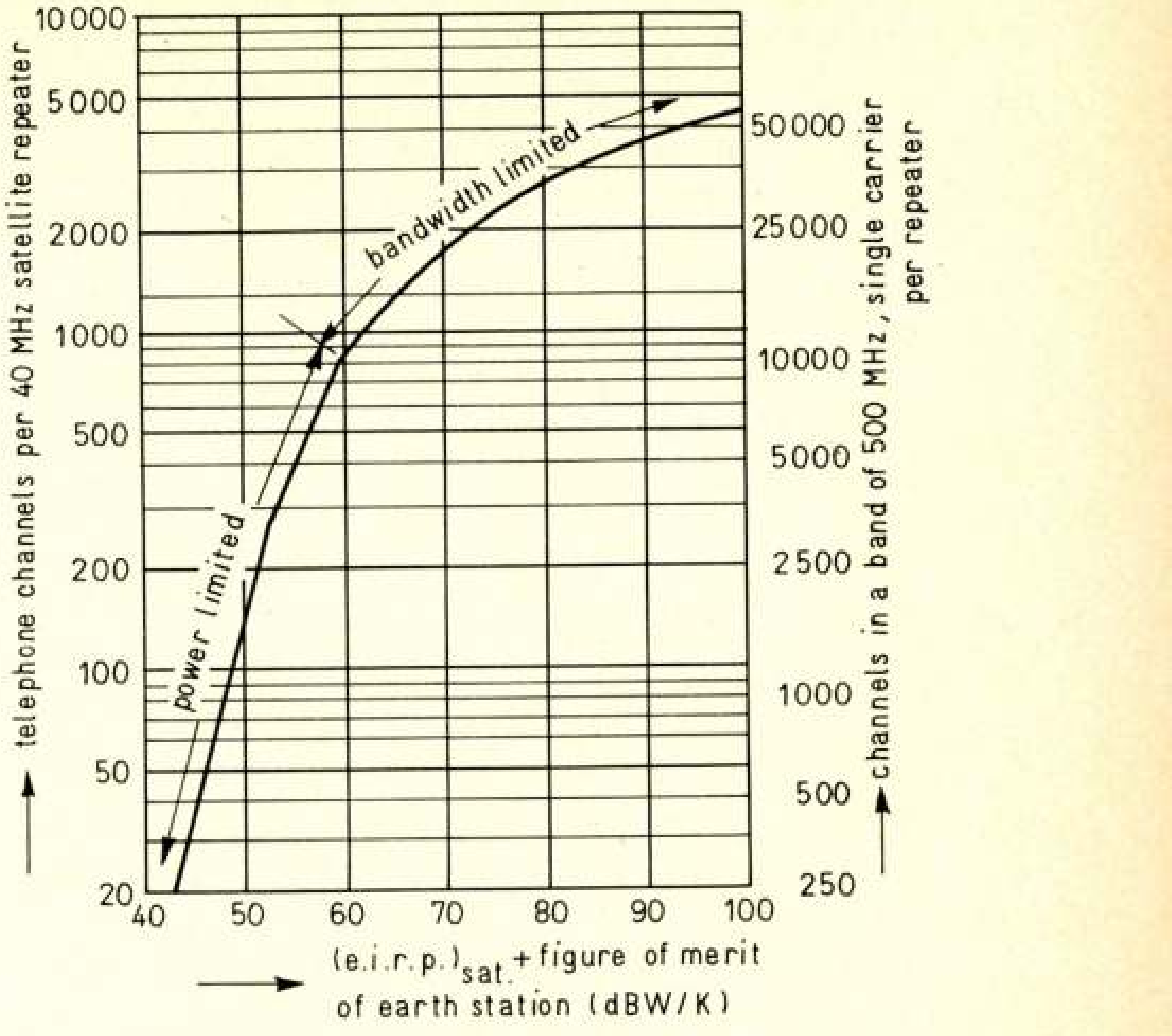


Fig. 2. Number of telephone channels versus the sum of the e.i.r.p. of a satellite and the figure of merit of an earth station.

from the literature for FM and AM respectively (625 lines-system, 5 MHz bandwidth, monochrome) this means

$$(S/N)_{\mathrm{FM,\,w}} - (S/N)_{\mathrm{AM,\,w}} = 13.8 + 6 - 8.5 + 16.3 + 0.4\,\mathrm{dB} = 27.6 + 0.4 = 28\,\mathrm{dB}$$

The contribution of 27.6 dB to the signal-to-noise improvement is due to the FM detector. The parts constituting the improvement for this detector have been indicated more specifically in Fig. 1; see also e.g. [6].

The signal-to-noise improvement obtained by the FM detector also means, that for a post-detection signal-to-noise ratio equal to that for AM the effective isotropic radiated power at otherwise unchanged conditions can with FM be strongly decreased, which means an enormous economization for the satellite and its launching. This is, however, paid for by a required larger bandwidth; in our example 5 MHz for the video information with AM, whereas for FM this is 30 MHz.

3. Protection ratio 'FM versus AM'

The way in which a satellite system is to be planned also strongly depends on the protection ratio to be encountered for the various modulation modes with respect to one another. In the next sections the required protection ratios for the several relevant cases will be summarized.

3.1. *AM on AM*

According to C.C.I.R. 60 dB is required as protection ratio for just perceptible interference, if no offset is used [7].

3.2. *FM on FM*

For a just perceptible interference of FM on FM a protection ratio of approximately 22 dB is required for a modulation index of about $m = 2$; but this protection ratio depends strongly on

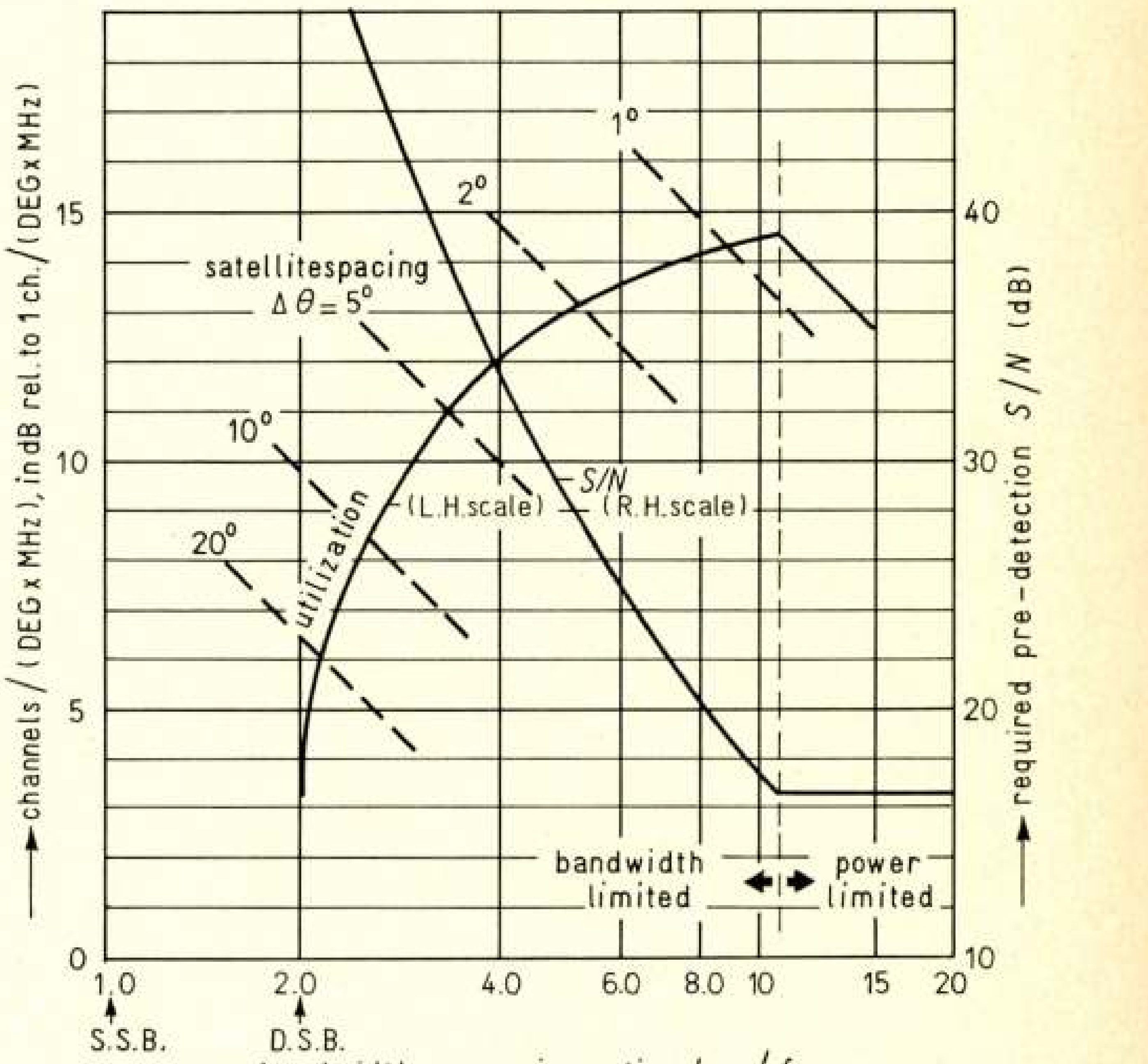


Fig. 3. Number of orbital channels and the protection ratio for telephony versus the bandwidth expansion ratio.

the maximum frequency deviation and the r.f. bandwidth. The required protection ratio is approximately inversely proportional to the frequency deviation [8]; the protection value is thus much more favourable here than in the case 'AM on AM'.

3.3 *FM on AM*

A protection ratio of 45 dB for just perceptible interferences will in general suffice [9].

3.4. *AM on FM*

Here protection ratios for just perceptible interference of approximately 21 dB are required; see reference [9].

On the one hand we have to take into account the fact that in case of broadcast reception from a satellite an AM system requires little bandwidth compared with an FM system. On the other hand an AM system is very sensitive to mutual influencing. With FM just the opposite can be stated. By consequence for an AM system the use of the same frequency for various programmes geographically dispersed is only possible at large distances.

4. Capacity of the satellite orbit

The capacity of satellite FM transmissions can be explained by studying the Figures 2 and 3, of which the basis has been taken from C.C.I.R.-documents. Though these figures concern the capacity of the global satellite service in terms of the number of telephone channels [10] [11], conclusions can be derived from them that also are valid for the number of television channels in a global system.

In Fig. 2 the number of telephone channels in a given bandwidth is plotted as a function of the sum of the effective radiated satellite power and the sensitivity of the receiving earth station. At small values of the latter sum the capacity in number of channels increases rapidly with the sensitivity of the receiver and the effective radiated power of the satellite (power limited region). At greater values the increase is less excessive, because due to the maximum allowable frequency deviation the frequency deviation per channel decreases with increasing number of channels (bandwidth limited region). In principle for cost reasons the trend will be to load a satellite with as much information as possible, which means a small bandwidth per channel, high satellite output power (e.i.r.p.) and highly sensitive receiver.

The 'geographical' way of thinking, shown in Fig. 3, gives some other useful information. Here the number of channels (per orbit degree times Megahertz) relative to one channel (per orbit degree times Megahertz) is shown as a function of the bandwidth expansion ratio (e.g. represented by the modulation index) by means of a curve, giving the 'utilization' of the stationary orbit and the r.f. bandwidth for a certain output power of the satellite repeater at a fixed protection ratio for emissions of satellites, neighbouring in orbit. The dashed lines indicate the dependence of the number of channels on bandwidth expansion for a fixed orbit spacing and fixed satellite transponder bandwidth, assuming 30 m earth station receiving aerials; interference being the only limiting factor.

A second curve drawn in Fig. 3 shows the required r.f. signal-to-noise ratio per channel for a fixed grade of service (e.g. grade 1 in Table 2), as a function of the bandwidth expansion ratio. The required signal power per channel rapidly decreases with increasing bandwidth expansion until the power limited region.

Between the philosophy of raising the radiated satellite power and the figure of merit of earth stations (Fig. 2), and the philosophy of loading the bandwidth and orbit further, an optimal solution may be found, that will also be influenced by other factors, like the use of multi-spot beams, cross polarization, etc.

5. Other factors, co-determining the choice of the receiving system

The most important considerations for deciding on a satellite broadcasting system are those connected with signal-to-noise ratio, protection ratio and thus connected with frequency sharing, Some other factors will now be mentioned.

With FM a great advantage, especially valuable for 12 GHz, is the very large frequency drift permitted for the local oscillator. Here, without any objections a drift of $\pm$ 3 MHz can be allowed, provided the discriminator is sufficiently wide; whereas with AM this must be better than about 100 ... 150 kHz. The 'Bundespost' in the Federal Republic of Germany thinks it even desirable to allow less than $\pm$ 75 kHz [12]. This value will be difficult to attain unless one is prepared to accept increased cost of the receiver. The FM system, however, requires at the receiving end an FM-AM convertor + remodulator to enable the use of conventional TV receivers, which will involve additional cost.

Which of the two systems will be preferable as regards the added receiver cost is a question not yet answered and will depend on future developments, as use of IC's, etc.

6. FM system operating at 850 MHz and an experimental comparison between FM and AM

Early 1974 experiments will be carried out with an ATS/F satellite made available for this purpose by N.A.S.A. for use in India. The tests will include both software and hardware aspects. The hardware aspect will be tested both by means of rebroadcasting by a TV transmitter to cater for large population centres and by direct individual reception. The data for the system are given in Table 3.

Table 3. System conditions proposed for an experimental TV broadcasting satellite to be used in India.

Free space attenuation	182.2 dB	Transmitted power	+ 19 dBW
Atmospheric losses	1 dB	Gain transmitter aerial (at −3 dB half power points)	+ 33 dB
Transmitter feeder loss	1 dB	Gain receiver aerial* (required at −3 dB fringe area)	+ 23.2 dB
Miscellaneous losses	1 dB		
Losses, total	185.2 dB		+ 75.2 dB

*) For an antenna with
ϕ reflector = 2.1 m
η = 55%
halfpower bandwidth = 15°

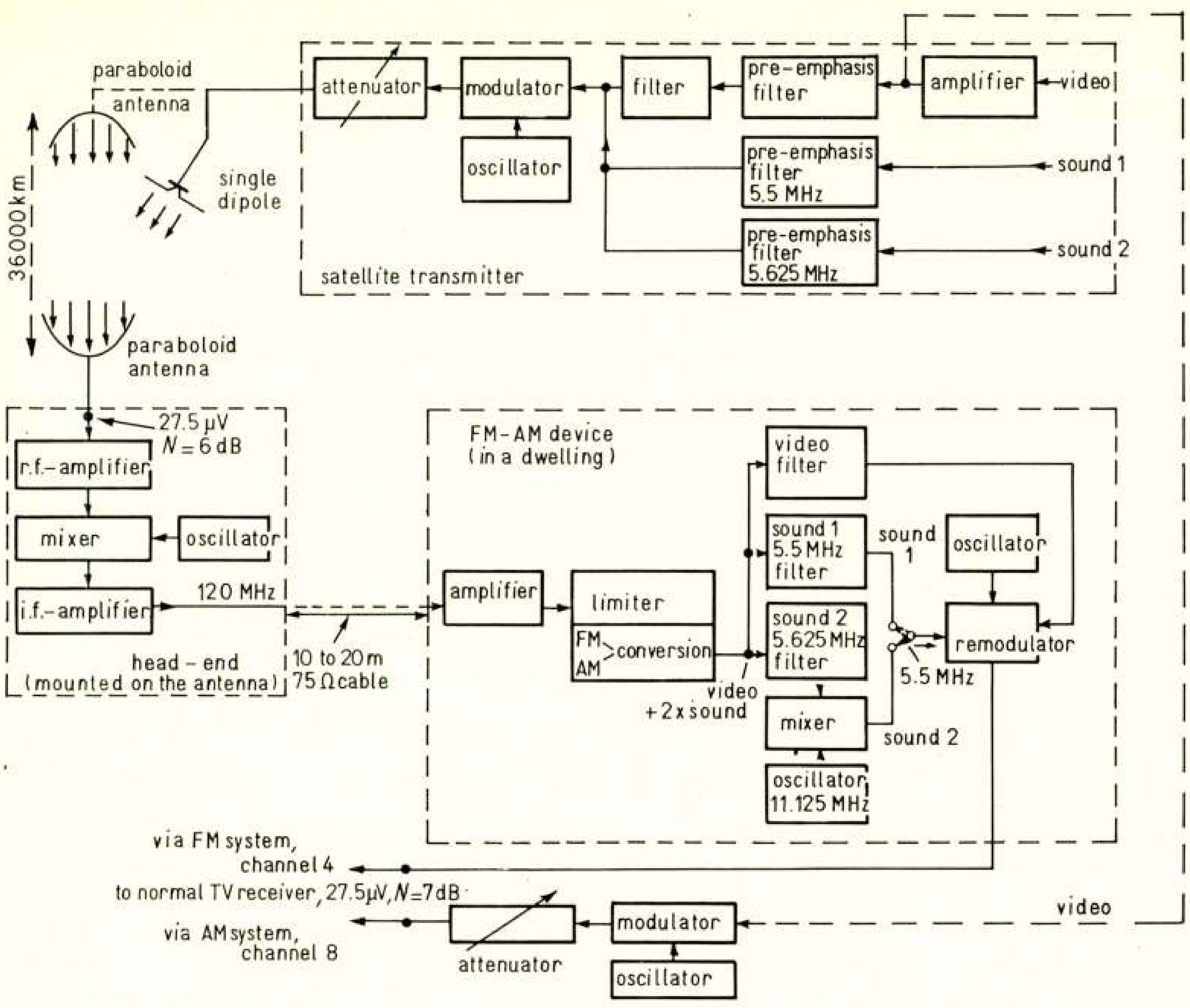


Fig. 4. Block diagram for experimental set-up.

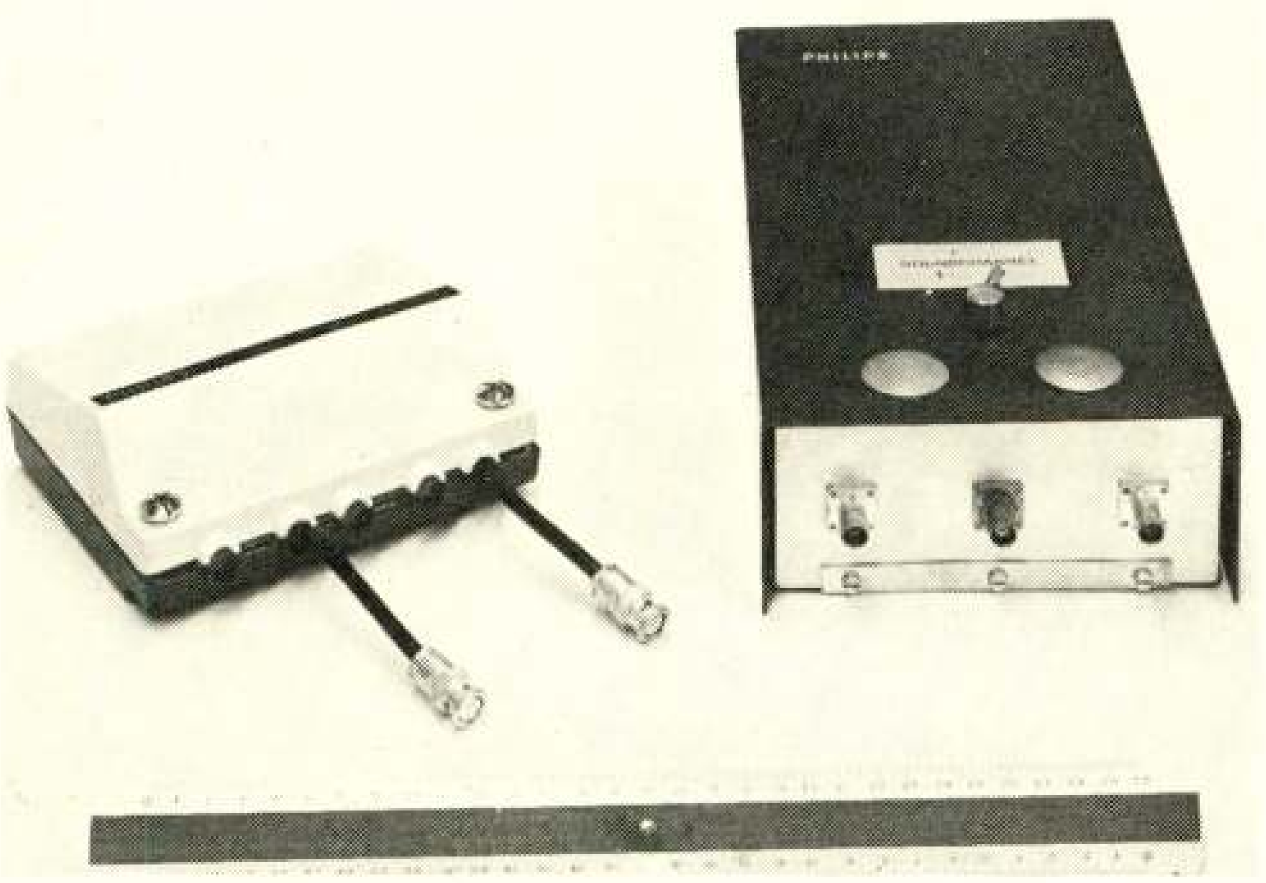


Fig. 5. FM-AM convertor and frequency convertor.

This results in an available r.f. signal power at the aerial terminals of the receiving aerial of $-185.2 + 75.2 = -110$ dBW, equivalent to 27.5 µV across 75 ohm. Since a passband of 30 MHz will result in an available noise power of -129 dBW, the S/N ratio at the base of the aerial will be 19 dB. In the case of AM transmission, the noise power will be restricted to a bandwith of 5 MHz, having a level of -136.8 dBW. Thus the carrier-to-noise ratio at the aerial terminals, expressed in dB will be -110 dB $+ 136.8$ dB $= 26.8$ dB.

If the noise factor at the input of the receiver (head-end) is 6 dB, the total S/N ratio for AM becomes $26.8 - 6 = 20.8$ dB, or 21.8 dB for $(S/N)_{\text{video, w}}$ (See note [1]). As mentioned in section 2 the improvement in signal-to-noise ratio for FM reception will be 28 dB, resulting in a total S/N ratio for FM reception of $21.8 + 28 = 49.8$ dB. This improvement of 28 dB is slightly more than what can be derived from data given by the C.C.I.R. in Report 215-2 (27 dB). This means that with the same receiver properties, the satellite power required in the case of FM transmissions will be about 600 times lower as with AM for the same signal-to-noise ratio.

In our laboratory the FM satellite system was simulated and experiments were carried out to compare FM and AM reception. The block diagram (Fig. 4) indicates the principle of operation of this receiving system. On the aerial a head-end has been mounted ($F = 6$ dB), consisting of a r.f. amplifier, a mixer and oscillator and an i.f. amplifier stage. The i.f. signal at 120 ± 15 MHz, is connected via a coaxial cable to the FM-AM convertor, which is mounted in the house. The head-end amplifier mixer and the FM-AM device are shown in Fig. 5. After the limiter and FM/AM detector the low frequency signals are modulated in an IC to a channel in either the frequency band I or III. The system is equipped with one picture information channel (625 lines) and two sound channels which are respectively 5.5 MHz and 5.625 MHz removed from the vision carrier and can e.g. be used for 2 different languages as required in the experimental system for India. By means of a subcarrier oscillator the second sound signal injected on 5.625 MHz, is converted to 5.5 MHz, thus facilitating the use of a conventional TV receiver, after remodulation has taken place. So as to avoid expensive filters the signal from the remodulator has been kept as a double sideband signal, which, however, has little influence on the

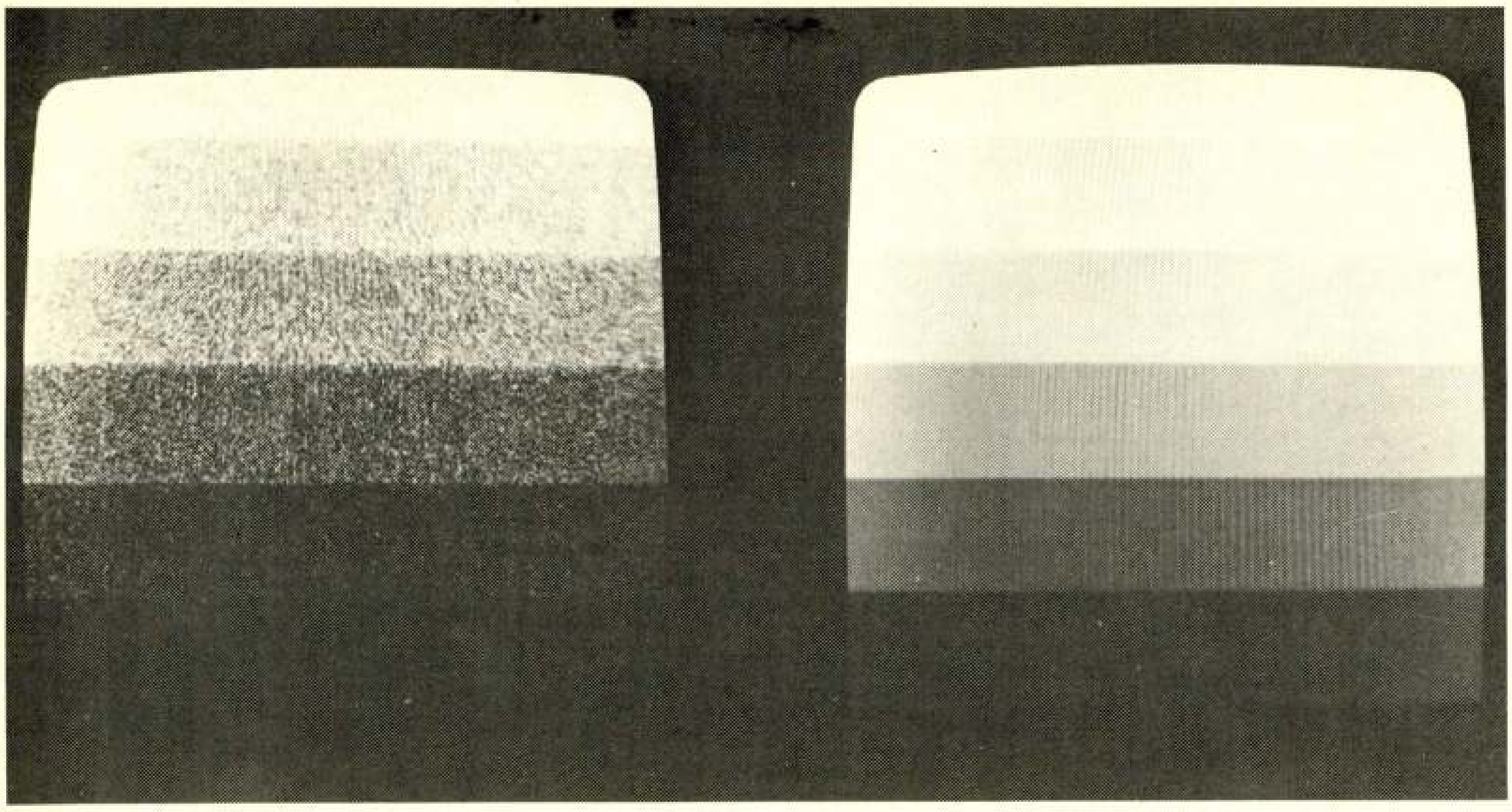


Fig. 6. Comparison of the noise in a TV picture transmitted in AM (left) and FM (right).

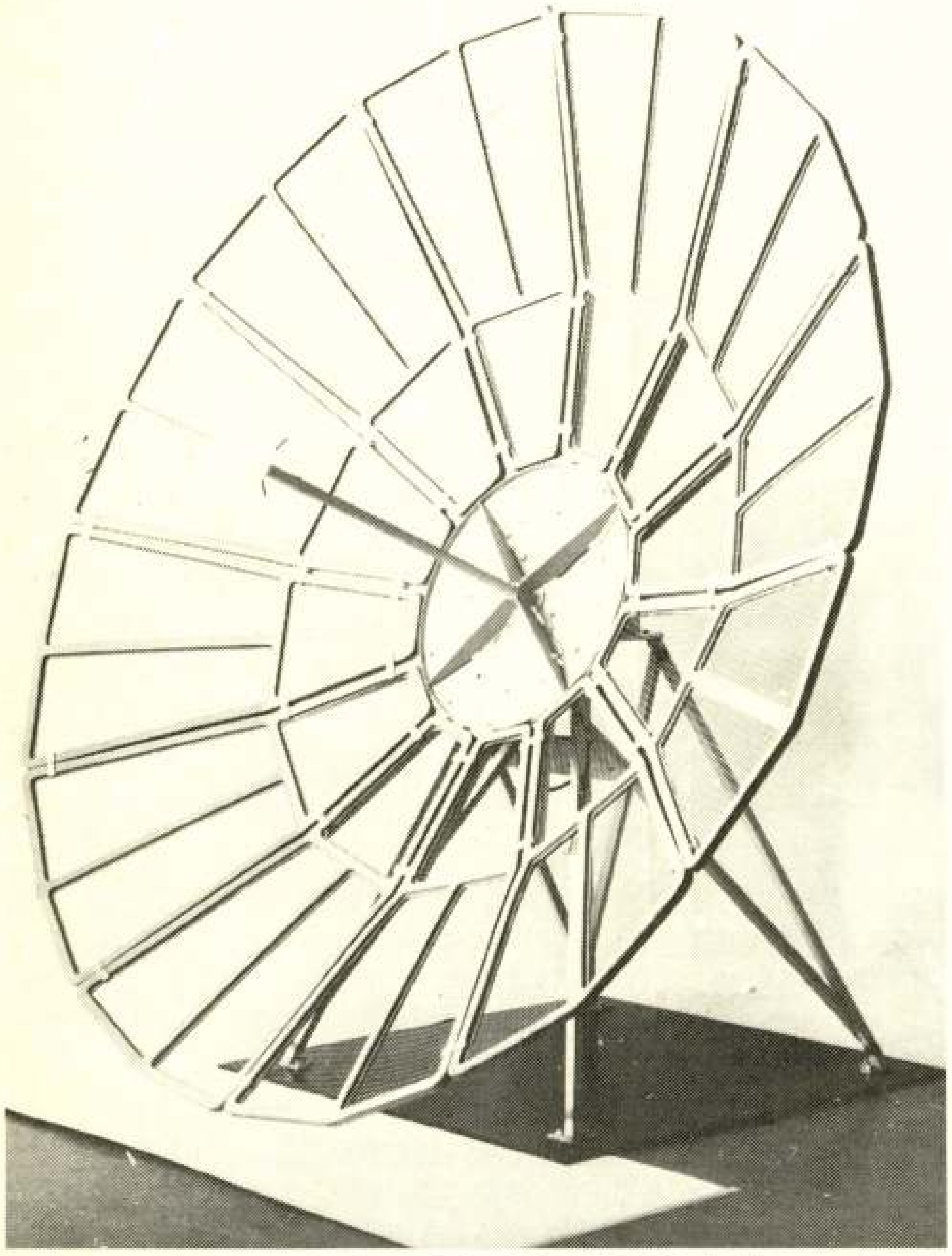


Fig. 7. 850 MHz parabolic aerial: Gain 23,2 dB; half-power bandwidth 15°.

picture quality. With the aid of this installation the following experiments have been carried out:

1. A 27.5 μV frequency modulated monochrome signal across 75 ohm has been compared with a similar AM signal (Fig. 6); both signals when injected into the two receivers were double sideband signals. The noise factors of the convertor and of the monochrome receivers for the direct AM signal were practically identical. The FM monochrome signal with a pre-emphasis of 14 dB in accordance with C.C.I.R. Rec. 405-1 resulted in a signal-to-noise improvement corresponding to 0.4 dB.

2. Next the intensity of the AM signal was increased by 28 dB to obtain similar noise impressions for AM as well as FM. The experiment concurs quite nicely with what was expected.

With colour transmission, in which less pre-emphasis can be applied, due to the presence of the strong chroma signal on 4.43 MHz, a pre-emphasis of approximately 6 dB is possible which results in an overall improvement of only a few tenths of a dB. Here the influence of pre-emphasis on the noise was negligible.

Owing to the absence of a satellite signal the experiments have been carried out in a laboratory set-up with a parabolic receiving aerial and a single dipole as transmitter aerial located at a distance of a few metres. The parabolic aerial (Fig. 7), designed in our laboratory, has been made of 13 mm wire-netting (chicken-wire) embedded in a foam plastic that expands in the mould and hardens. A segmental design has been chosen in view of the packaging. The signals obtained at the terminals of the receiving aerial have been measured with a selective voltmeter. The devices used in this set-up must be considered as purely experimental, i.e. real mass production was not the main purpose of this design. The conclusion drawn from this experiment is that this system is very easily technically realizable at a reasonable price, which naturally strongly depends on the quantities considered for production.

7. Activities in the field of 12 GHz

At the I.T.U. radioconference WARC-ST, Geneva, 1971, the Radio Regulations were revised with regard to the provisions for satellite communication. As a result a.o. assignments may be made to television stations in the broadcasting-satellite service within the frequency bands: 620-790 MHz, 2.5-2.69 GHz and 11.7-12.2 GHz. In case of one of these bands it will in principle only be required to modify the oscillator mixer of the convertor pre-amplifier at the head-end. It is obvious that

from the designers point-of-view the major difficulties are to be expected in the frequency range of 11.7-12.2 GHz, both as regards the stability of the oscillator and the coupling of the oscillator to the mixer.

As mixer, a Schottky barrier diode is the best solution in view of its low losses; whereas as oscillator either a crystal oscillator with step recovery diode as frequency multiplier, or a Gunn diode or avalanche diode which directly oscillates at the desired frequencies, can be considered. At the moment the former solution appears technically well feasible. The latter solution is definitely more difficult, but may in view of the lower cost price offer more possibilities. As argued before: in case of FM the frequency stability does not require extreme attention.

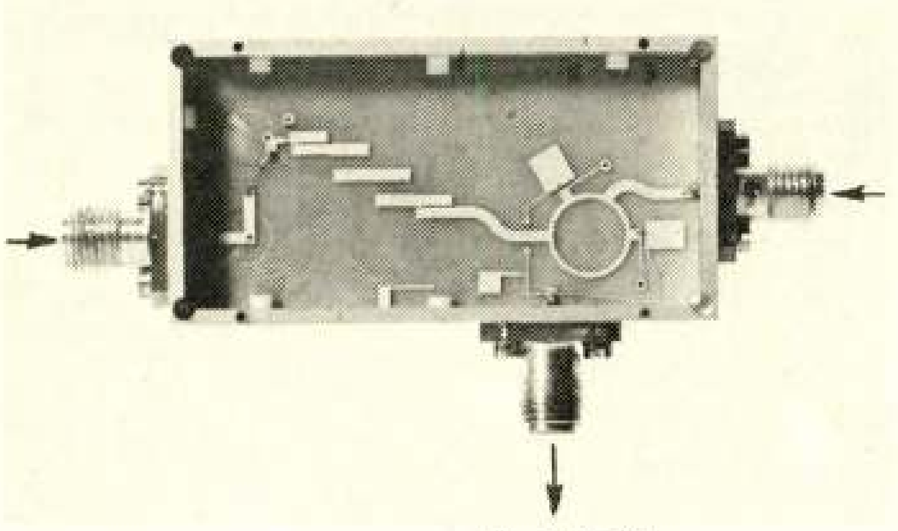


Fig. 8. Example of a 12 GHz mixer circuit with a frequency multiplier and with Schottky barrier diodes as mixer, printed on quartz substrate.

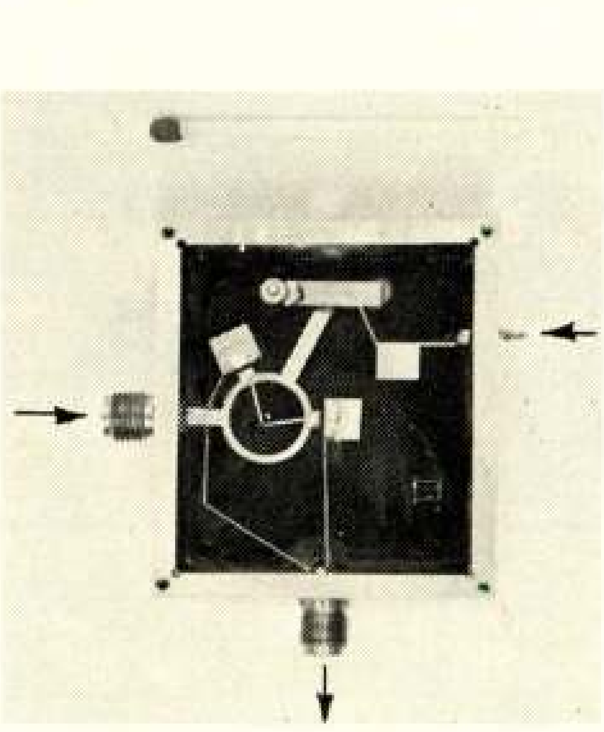


Fig. 9. Example of a 12 GHz mixer-oscillator circuit with Schottky barrier diodes as a mixer and Gunn diode as oscillator, printed on rexolite.

a. Fig. 8 shows an oscillator-mixer system in which is started from a frequency of 1.17 GHz, supplied to the left side of the device. By means of a step-recovery diode the frequency is multiplied by 10. It is possible to adjust to maximum energy adaptation with the aid of an adjustable capacitive transformer, mounted at the back of the substrate. The bandpass range of the printed bandfilter is 11.7 to 12.0 GHz. The mixer consists of two Schottky barrier diodes connected in balance to a 'rat-race' to decouple the input signal from the oscillator. The entire design has been executed on quartz as a substrate. The design has been realized by ir. J. H. C. van Heuven and his co-operators [13].

b. An example of a direct oscillator mixer, shown in Fig. 9 with which experiments are conducted in our laboratory. The substrate applied is rexolite. As mixer here also 2 Schottky barrier diodes in balance have been chosen. The signal is agin supplied via a rat-race for decoupling oscillator and input. The oscillator is a Gunn diode combined with a $\lambda/2$-section printed on rexolite and oscillates directly at the desired frequency. At present this whole set-up is still in an experimental stage.

8. Concluding remarks

Evidently for the application of a global system still a great many barriers such as political differences in the various countries, differences in languages, differences in time along the globe, etc. have to be overcome.

As regards the hardware it can be said that certainly a great deal of attention will still have to be paid to many problems, but both for AM and FM transmissions a solution is possible. The choice between the two solutions will be determined by considerations as regards cost price, as wel as by S/N ratios and protection ratios. It will be clear that the considerations given in this article conclude to a preference for a FM system.

Acknowledgement

At the end I like to thank my collaborators who contributed in the design of this system, and especially I thank ir. K. van der Valk for the very fruitful and valuable discussions we had.

References

[1] Brazilian educational Radio and TV experiment on ATS F/G by Comissao Nacional de Atividades Espacais (CNAE), July 1968.

[2] Rao, B. S. et al.: A system proposal for India, United Nations Conference on the exploration and peaceful uses of outer space, 24 June 1968.

[3] Jansen, J. and Jordan, P. L.: Television Broadcast Satellite Study, NASA CR-72510.

[4] Lipscomb, E. T.: High-power space born T.V. transmitter design trade offs for the 1970 ... 1985 period, AIAA paper No. 70-434.

[5] Special issue, reporting on results obtained by the committees of the T.A.S.O., Proc. I.R.E., Vol. 48, no. 6, June 1960.

[6] Bordewijk, J. L. prof. dr. ir.: Telecommunicatie via satellieten, 'De Ingenieur', Jrg. 81, nr. 37, blz. E 99 (1969).

[7] C.C.I.R. Report 306-1, Ratio of wanted-to-unwanted signal for colour television, XIIth Plen. Ass. C.C.I.R., New Delhi, 1970, Vol. V, pt 2.

[8] Jefferis, A. K., Pope, D. G. and Gilbert, P. C.: Satellite television distribution service from geostationary satellites to community antennas in multiple coverage areas, Proc. I.E.E., Vol. 116, no. 9, Sept. 1969, p. 1501.

[9] Miller E. F. and Myhre, R. W.: Frequency sharing between FM and AM-VSB television transmission systems, AIAA paper Nr. 70-438.

[10] Lutz, S. G.: Orbit utilisation – from both sides, AIAA paper No. 70-468.

[11] C.C.I.R. Report 211-2, Active communication satellite systems A comparative study of possible methods of modulation and multiple access for multi-channel telephony XIIth Plen. Ass. C.C.I.R., New Delhi, 1970, Vol. IV, Part 2. C.C.I.R. doc. IV/294-1969.

[12] Feldmann, J.: Technik des Fernsehempfanges im 12-GHz-Bereich, Funkschau 1971, Heft 21, p. 689.

[13] Nie, A. G. van, ir. and Heuven, J. H. C. van, ir.: Integratie van microgolf circuits, 'De Ingenieur', Jrg. 82, nr. 47, blz. ET 163 (1970).

Boekennieuws

Aankondiging

Residual Gases in Electron Tubes; Proceedings of the IVth International Conference held at Florence in April 1971. Redactie T. A. Giorgi en P. della Porta, Via Gallarate 215, Milaan, Italië. Introductie, voorwoord en inhoud VIII blz., tekst 399 blz., 16 bij 24 cm, 208 fig. en 34 tab. Uitg.: Academic Press, 24-28 Oval Road, Londen NW1 7DX en New York, mei 1972. Prijs £ 5.75 of $ 18.00.

Deze zeer verzorgde uitgave bevat de tekst van de voordrachten, gehouden tijdens het symposium, waaraan het boekwerk zijn ondertitel ontleent.

De teksten zijn als volgt over de verschillende thema's verdeeld:

vacuüm elektronenbuizen	9 voordrachten
lampen	4 voordrachten
vacuüm en aanverwante onderwerpen	5 voordrachten
speciale buizen en buizen voor grote vermogens	8 voordrachten
fotobuizen	8 voordrachten

De voordrachten van een tweede hiermee parallel gehouden Internationaal Symposium verschijnen bij dezelfde uitgever onder de titel 'Adsorption-Desorption Phenomena' onder redactie van professor F. Ricca.

Varia

Second International Conference on Digital Satellite Communication, Paris, 1972

This Conference will be held in the UNESCO Conference Building, 125, Avenue de Suffren, Paris, from November 28 to November 30, 1972.

The Conference is sponsored by the Société des Electriciens, des Electroniciens et des Radioélectriciens (S.E.E.) and by the International Telecommunications Satellite Consortium (INTELSAT).

Its organizers are the Union des Associations Techniques Internationales (U.A.T.I.) and the Fédération Nationale des Industries Electroniques (F.N.I.E.).

Foreign Scientific Associations will co-operate in its organization.

The Steering Committee is under the chairmanship of Ingénieur Général Thue (C.N.E.T.), for the S.E.E., assisted by mr. Pritchard (COMSAT).

The Technical Program Comittee has two co-chairmen: mr. Lombard (S.E.E.) and dr. Edelson (INTELSAT).

This Conference will permit to some 700 participants to meet in Paris. The registration fee for each participant is 450FF.

Aim

The introduction of digital techniques, especially PCM and TDMA have already had and will continue to have profound effects on all aspects of satellite communication. The effects will be felt in communication of all types, and on all system segments from switching and signalling procedures at terrestrial relay points to transponder designs for spacecraft.

In recognition of this, S.E.E. and INTELSAT, are to sponsor this Second Conference along the lines of the first Conference on this subject in London three years ago.

The Paris Conference will provide a forum for the exchange of information on all aspects of digital communication by satellite.

Program

The final program is now available. It contains 50 Conferences arranged in the following sessions:

- Systems: 8 conferences,
- Multicarrier transmission and SPADE: 7 conferences,
- Transmission aspects: 8 conferences,
- TDMA equipment: 9 conferences,
- Baseband processing: 8 conferences,
- Television: 5 conferences,
- Advanced systems: 5 conferences.

Moreover, two discussion panels are scheduled: one about the SPADE system, the other about the TDMA systems.

Secretariat

All inquiries concerning the Conference should be addressed to:
Deuxième Colloque International sur les Telecommunications Numériques Par Satellite
c/o F.N.I.E.
16, rue de Presles
75740 Paris Cedex 15
France

Phone: 273.24.70
Telex: 26941 Findelec Paris.

Uit het NERG

Administratie van het NERG: Postbus 39, Leidschendam. Giro 94746 t.n.v. penningmeester NERG, Leidschendam. Secretariaat van de Examencommissie-NERG: von Geusaustraat 151, Voorburg.

Ledenmutaties

Voorgestelde leden

Ir. P. L. van Leeuwen, Oude Delft 25, Delft.

Nieuwe leden

Ir. W. A. M. Beuwer, Pastoor Geerdinkstraat 48, Oldenzaal.
Ir. H. Th. van Looy, Stevenstraat 13, Noordwijk.
Ir. J. J. Scholten, Hendrik Baskeweg 181, Den Helder.

Nieuwe adressen van leden

Ir. H. G. Bruijning, Clervauxlaan 12, Eindhoven.
Ir. C. A. Bruijnis, Afrimosa 601, Vosstraat 66, Sunnyside, Pretoria, Zuid-Afrika.
Tj. Douma, Tibsterwei 19, Ee (Fr.).
Ir. G. R. Kunnen, Kastanjelaan 10, Valkenswaard.
J. H. Schaatsberg, Graaf Lodewijkstraat 8, Zoetermeer.